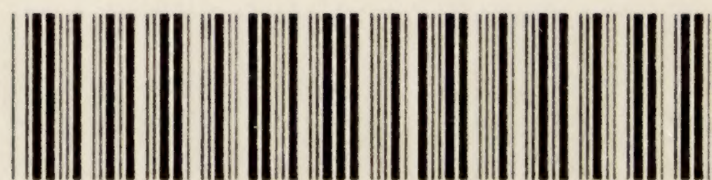


RELAZIONE

FRA IL LIMITE

DEGLI

INGRANDIMENTI DEL MICROSCOPIO

E LE MOLECOLE ULTIME

DELLA MATERIA ORGANICA ED INORGANICA

DISCORSO

pronunziato il giorno 2 febbraio 1876
all'Adunanza della Reale Società Microscopica di Londra

DAL PRESIDENTE

H. C. SORBY

TRADUZIONE AUTORIZZATA DALL'AUTORE

DELL'ABBATE

C^e FRANCESCO CASTRACANE
DEGLI ANTELMINELLI.



ROMA TORINO FIRENZE
ERMANNO LOESCHER

1877.

RELAZIONE

FRA IL LIMITE

DEGLI

INGRANDIMENTI DEL MICROSCOPIO

E LE MOLECOLE ULTIME

DELLA MATERIA ORGANICA ED INORGANICA

DISCORSO

pronunziato il giorno 2 febbraio 1876

all'Adunanza della Reale Società Microscopica di Londra

DAL PRESIDENTE

H. C. SORBY

TRADUZIONE AUTORIZZATA DALL'AUTORE

DELL'ABBATE

C^e FRANCESCO CASTRACANE

DEGLI ANTELMINELLI.



ROMA TORINO FIRENZE

ERMANNO LOESCHER

1877.

PROPRIETÀ LETTERARIA.

Torino. Stabilimento tipografico V. Bona, Via Ospedale, 3.

IL TRADUTTORE A CHI LEGGE

Il Microscopio, che, ideato e costrutto dal sommo Galilei, precipuamente per lo studio e l'opera del Modenese prof. Giovanni Battista Amici è arrivato ad essere forse il migliore mezzo ad estendere le nostre ricerche specialmente nel regno organico, in breve corso di anni ha raggiunto altissimo grado di relativa perfezione. Quindi è che non v'è ramo alcuno nelle scienze sperimentali, e specialmente in quelle che versano intorno la Storia Naturale e la Biologia, per il quale non debbasi contare sul validissimo aiuto di questo istrumento.

Ma la foga dei continui e progressivi successi, i quali sono stati la conseguenza degli incessanti perfezionamenti del Microscopio, nel mentre che baldanzosamente sognavasi potere arrivare a porre a nudo i segreti della natura e le arcane origini della vita, venne moderata dalli avvertimenti della teoria fisica della luce,

la quale venne a dimostrarci che quel limite forse non ancora raggiunto di massima perfezione ed efficacia nel Microscopio siamo già per toccarlo per parte della costituzione fisica della luce, la quale non può per sua natura prestarsi a rendere visibili le particolarità strutturali molto più piccole di quelle che pervenimmo a scoprire. Così non si può fare a meno di riconoscere, che fuori alcun dubbio, esiste un mondo di organismi invisibili al Microscopio non meno vasto e numeroso di quello che questo ci ha svelato, che pure era oltre la portata naturale dell'occhio.

Un tale argomento magistralmente trattato dal Ch[mo] signor Sorby nel Discorso, che come Presidente della Reale Società Microscopica di Londra, diresse all' istessa Società nella Adunanza annua del 2 febbraio 1876, presi a tradurre per mio particolar uso, mentre nello studio delle Diatomee da più anni intrapreso, e nella lunga pratica dei processi fotomicrografici, io ho avuto frequenti occasioni di domandare al Microscopio quanto forse di più difficile questo abbia dato. Perciò ho creduto non fosse inopportuno il pubblicare la mia qualunque traduzione dell'interessantissimo lavoro

del signor Sorby, accompagnandolo di alcune brevi note, perchè quei molti in Italia, che devono nei loro studii fare uso del Microscopio, possano fare loro prò di quello, che forse altrimenti non sarebbe giunto a loro notizia.

L'imperfetta cognizione della lingua inglese, e più ancora il volere adattarmi alla natura della italiana favella, ha fatto, che, a quando a quando io abbia studiato meglio il rendere il senso dell'originale di quello che la parola. Così pure intendo dichiarare, che, non occupandomi di altro che dello studio delle Diatomee, e quindi delle risorse che mi offre il Microscopio e l'applicazione a questo dei processi fotografici per lo studio di quelle, a meno che dove l'Autore parla del limite della visione del Microscopio stesso, che in qualche modo può essere di mia competenza, nel rimanente non fui che semplicemente traduttore. Terrommi poi largamente compensato della mia qualsiasi fatica, se la diffusione di tale lavoro potrà richiamare l'attenzione degli uomini di scienza su le importanti questioni accennate, e se varrà a diffondere sempre più in Italia il retto uso di un istrumento ottico, la di cui invenzione e il più notevole perfezionamento fu gloria italiana.

Dichiarazione delle misure nominate nel presente lavoro:

L'*inch* (pollice ingl.) è misura lineare corrispondente a millim. 25,39954.
La *iarda*, misura lineare inglese, equivale a metri 0,9147.
Lo *stone*, peso usato dai macellai inglesi, vale chilogr. 3,6288.
Il *zoll* (pollice tedesco), misura lineare equivalente a millim. 2,6666.

Nello scegliere il subietto del mio discorso, mi sembrò più desiderabile il dirigere l'attenzione a qualche speciale questione più o meno intimamente connessa con i rami di scienza che io ho coltivato forse più di molti di quelli che sogliono attendere alle generali applicazioni del microscopio, meglio che il passare in rivista le diverse interessanti comunicazioni che ci sono state fatte nel corso del passato anno. Quelle furono di carattere svariato, il che appunto è tanto desiderabile per la nostra Società. Parecchi hanno trattato sopra nuovi apparati, e su il perfezionamento o su l'impiego migliorato di più antiche disposizioni di diverso genere, o su i metodi da usare nell'esame del microscopio e nel cimentarne

la bontà. Noi abbiamo ancora avuto un numero di eccellenti lavori sopra argomenti speciali di interesse, tanto animali che vegetali, non meno che altri riguardanti argomenti biologici più generali e più vasti. Nell'insieme io credo che abbiamo buon titolo a congratularci con noi stessi su quanto ci è stato portato innanzi.

Il tempo non mi permetterebbe il ricordare e il discutere in dettaglio le varie memorie e insieme il portare avanti voi un tema speciale il quale mi sembra ben degno di considerazione, cioè la relazione fra il limite della visibilità nel microscopio e la molecola ultima della materia organica e della inorganica. In ogni modo io credo che un tale subietto abbia il merito di sufficiente novità; mentre per quanto io ho potuto apprendere dal consultare l'indice dei diversi volumi, nessuno negli ultimi quindici anni ha trattato tale questione; e perciò negli ultimi pochi anni nessuno dei dati richiesti furono conosciuti. Anche al presente molti di questi sono così imperfettamente noti, che nulla più può farsi intorno ad essi se non che una supposizione molto probabile. Questo necessariamente impronta un carattere più o meno speculativo ad alcuna parte del suggetto, ma io spero che ciò mi sarà condonato in circostanza tale come la presente. Parvemi che

nel suo discorso annuo, il presidente di una Società non possa far meglio che indicare la portata di quanto è di già conosciuto su alcuna grande questione, e se nel far questo può emergere la necessità di più accurate conoscenze, vi sarà più a sperare per il futuro. L'importanza di un particolare ordine di fatti può non apparire (e molto spesso non appare), se non quando la loro connessione con alcuna speciale questione sia primamente apprezzata. Certamente sarà per me sorgente di grande soddisfazione se quanto sarò per dire porterà ad uno studio più accurato di taluni dei dati necessari a mutare le mie supposizioni in conclusioni bene stabilite, sia o no che queste concordino con le mie attuali opinioni.

Quantunque pienamente impressionato dello stato imperfetto dellè nostre cognizioni presenti su l'ultima costituzione della materia organica, pure anche ora i fatti sono abbastanza definiti ad indicare se non veramente a provare l'esistenza di un mondo di strutture oltre i limiti della visione del microscopio non meno grande di quello che il microscopio ci ha svelato oltre la portata del semplice occhio. Credo che noi possiamo ben giustamente concludere che la struttura ultima ancorchè di corpi organici sarà ognora invisibile, e il solo mezzo di ottenere qualche nozione rispetto ad essa è unicamente il metodo indiretto di ricerche. Per mia

parte io guardo l'avvenire con speranza e fiducia nel grande aumento delle nostre cognizioni su tale questione per lo studio ulteriore dei caratteri ottici delle sostanze organiche ed inorganiche, ciò è a dire, dall'adoperare la luce in modo che possa fornire cangiamenti facili ad essere apprezzati dal nostro organo di visione quantunque la molecola ultima dell'oggetto esaminato possa essere così piccola in relazione alla lunghezza dell'onda luminosa, che anche la luce stessa sia un *troppo rozzo mezzo* a trasmettere ai nostri occhi alcuna distinta impressione di attuale forma o grandezza. Vi sono ancora altri rami di scienze fisiche, che servono a rischiarare molto quest'argomento, che pure mancano di soddisfare a tutti i dati della questione. Questa è attorniata da grandissime difficoltà, ed anche quando noi facciamo uso dei migliori dati fin qui ottenuti, noi vediamo insieme quanto questi sono imperfetti. Una ragione forse è che l'importanza del tema non è stata convenientemente apprezzata, e comparativamente poco si fece a svilupparla anche sino al punto al quale era possibile. Io credo poter dire con sicurezza che quanto è stato fatto si riferisce solamente alle sostanze elementari o ai più semplici composti chimici. Nulla o quasi nulla si conosce riguardante la dimensione e struttura della molecola delle sostanze più complesse che incontransi negli ani-

mali e nelle piante, e quando noi veniamo a considerare quale può essere la sua ultima natura quando forma parte del tessuto vivente, noi siamo immediatamente messi di fronte a questioni le quali probabilmente non una volta hanno richiamato l'attenzione dei fisici; perciò come regola i loro studii non versano nella considerazione dei problemi biologici.

Io mi propongo discutere il soggetto sotto tre capi:

1° Limite della visione del microscopio.

2° Dimensione dell'ultima molecola della materia organica e inorganica.

3° Conclusioni da trarre dai fatti generali.

Limite della visione del microscopio.

Nel trattare tale questione non ho alcuna intenzione di entrare nelle considerazioni della migliore forma o disposizione delle lenti ad assicurare la minima possibile quantità di aberrazione sferica o cromatica, nè fin a qual punto allo scopo delle ricerche sia desiderabile il fare un compromesso fra quelle difficoltà pra-

tiche, le quali non si possono sormontare tutte in una volta. Io suppongo che l'istrumento stesso sia teoricamente perfetto e considero soltanto il limite di visione dovuto alla organizzazione dei nostri propri occhi, e ancora più quello dovuto al carattere fisico della luce.

La visibilità di ogni minimo oggetto dipende da un numero di diverse circostanze. Se si esamini a luce trasmessa, questa o deve essere assorbita abbastanza a stabilire un contrasto fra l'oggetto e il campo generale che sia sufficiente ad essere apprezzato dall'occhio, o l'oggetto deve essere di tale forma e di tale potere di rifrazione in rapporto al circostante mezzo da inflettere la luce che passa presso le estremità fuori della direzione generale del raggio trasmesso, in modo da dare origine ad un profilo sufficientemente scuro e definito. Nel mio trattare la questione per tanto io suppongo che il carattere dell'oggetto esaminato in ogni rispetto sia tale da potere essere veduto da noi, se pure a questo non siano difficoltà di altro genere.

La parte puramente fisiologica della questione non ha richiamato molto la mia attenzione, da poi che io non credo che l'ultimo limite della visione distinta troverebbesi dipendere dalla costituzione dell'occhio. Però può essere bene il dare breve ragguaglio di alcuni esperimenti fatti da Royston-Pigott nell'intento

di determinare il limite fisiologico, i quali mi furono da esso gentilmente comunicati, permettendomi l'impiegarli in ordine a mostrare che la suddetta conclusione è giustificata dalla esperienza. Esso trova che il minimo angolo visuale che può ancora distintamente apprezzare è un foro di $1\frac{1}{4}$ di pollice in diametro ad una distanza di 1100 iarde, il che corrisponde a circa 6″ di arco. Quest'arco visuale in un microscopio che ingrandisca di 1000 diametri corrisponderebbe a circa la tremilionesima parte del pollice. Alcune persone però affermano che il minimo angolo visibile è 1′, o dieci volte il sopraddetto, il che corrisponderebbe a $\frac{1}{300000}$ di pollice. Se tale è il caso, l'occhio può distinguere con un forte ingrandimento un molto più piccolo intervallo di quello che lo permetteranno le proprietà fisiche della luce.

Prendendo in considerazione meramente l'irradiamento (swelling out) di un minuto punto di luce dovuto alla difrazione, il D^re^ Royston-Pigott crede che il limite della visibilità deve essere da $\frac{1}{150000}$ a $\frac{1}{200000}$ di pollice. Questo però non è quanto apparisce essere il più importante carattere della luce nel limitare la forza del microscopio per separare linee tanto fra loro vicine che possano dalle frange di interferenza essere oscurate o falsificatone il numero.

Un tale tema è stato trattato in modo molto com-

pleto e persuadente da Helmoltz (1), la di cui autorità in simile questione pochi fra voi oserebbero contrastare. In questo saggio esso sostiene che la dimensione dei minimi oggetti visibili non dipende semplicemente dalla loro grandezza, bensì moltissimo dalla suscettibilità dell'occhio per le deboli differenze nella intensità della luce. Per tal ragione l'estrema forza definiente del microscopio non può essere così bene determinata dall'esame di un solo punto lucido o linea sopra un fondo scuro, o di un semplice punto scuro o linea sopra un fondo chiaro, come dall'uso di fina rigatura, la quale presenti alternate linee scure e chiare, quali si hanno su la preparazione-test di Nobert e sopra i frustoli delle Diatomacee e le plumule di insetti. Esso sostiene che nel caso di tali oggetti la minima distanza che può essere accuratamente definita dipende dalla interferenza della luce che passa in certo modo a traverso il centro degli spazi lucidi e che quando quest'interferenza è di tale carattere che delle frange lucide siano prodotte agli stessi intervalli delle linee scure, e siano sovrapposte a queste, le linee non possono essere vedute più oltre, e il limite normale della definizione perfetta è raggiunto. Esso però accenna che per un favorevole sovrapporre della porzione scura

(1) Poggendorff's Annalen, Iubelband, 1874, p. 573.

delle frange possono vedersi ancora più piccoli intervalli, ma che una sicura e non equivoca percezione di tali linee appena sarebbe possibile. Esso quindi procede a mostrare che tale limite di vera e distinta visione dipende dall'angolo di divergenza della luce nell'entrare nell' obiettivo del microscopio, e dalla lunghezza dell'onda luminosa secondo i seguenti rapporti:

Sia d = la distanza fra le linee;
a = l'angolo di divergenza;
λ = la lunghezza dell'onda luminosa;

quindi noi avremo l'equazione $d = \frac{\lambda}{2 \text{ sen } \alpha}$.

Questo angolo di divergenza è equivalente alla metà del vero angolo di apertura, quando sia illuminato da un egualmente grande pennello di luce; ma in pari tempo non si può non ritenere che nella pratica attuale il risultato debba essere alquanto più complesso, dovuto alla presenza di luce avente un angolo di divergenza minore dell'estremo. Tutti i calcoli inoltre sono fatti per il vero aggiustamento focale e correzione delle lenti, e se queste non siano realmente corrette, l'effetto combinato di tutte le cause disturbanti devono necessariamente dare origine a diverse apparenze non facili a spiegare. Naturalmente queste osservazioni non si applicano per alcun modo a minuti punti lucidi.

La formola data da Helmoltz è interamente differente da quella adottata da Nobert, la quale è basata su la supposizione che i raggi della luce usata per l'illuminazione siano paralleli, e interamente ignora la questione dell'apertura. Come il D^{re} Woodward ha mostrato (1) il limite dato dalla formula di Nobert non è per alcun modo il risultato della osservazione, mentre si possono distinguere delle linee a molto più piccoli intervalli di quelli indicati dalla manifestamente incompleta teoria. Tale rimarco non si applicherà nel caso della formola di Helmoltz, la quale sembra essere pienamente confermata dalla osservazione.

Adottando pertanto la più semplice applicazione della formola di Helmoltz come illustrazione della questione generale, io ho calcolato quale sia il limite per gli estremi rosso e violetto dello spettro, e per il raggio medio, secondo le seguenti lunghezze delle onde luminose, date per semplicità in frazioni di pollice.

Raggio rosso	$\frac{1}{37350}$
Raggio di mezzo . . .	$\frac{1}{46180}$
Raggio violetto . . .	$\frac{1}{60470}$

(1) Monthly Microscopical Iournal, vol. II, 1869, p. 289.

Io ho ancora calcolato il limite per pochi ma molto differenti angoli di divergenza, raddoppiando questi al fine di fare la comparazione più semplice con l'angolo di apertura quale generalmente si enuncia, supponendo naturalmente che l'angolo di divergenza della luce del condensatore sia egualmente grande.

60° che dà la lunghezza dell'onda luminosa come limite.

97° che dà tre quarti dell'onda luminosa come limite.

120°

150°

180°, o un angolo tanto grande che il suo seno sia presso che l'unità, sia ciò praticamente possibile o no. Questo dà per limite metà dell'onda luminosa.

I risultati sono espressi nella seguente tabella, nella quale io do i più prossimi numeri rotondi.

	60°	97°	120°	150°	60°
Estremo rosso	$\frac{1}{37000}$	$\frac{1}{55000}$	$\frac{1}{64000}$	$\frac{1}{71000}$	$\frac{1}{74000}$
Raggio di mezzo	$\frac{1}{46100}$	$\frac{1}{69000}$	$\frac{1}{80000}$	$\frac{1}{89000}$	$\frac{1}{92000}$
Estremo violetto	$\frac{1}{60000}$	$\frac{1}{90000}$	$\frac{1}{104000}$	$\frac{1}{116000}$	$\frac{1}{120000}$

Tutti questi limiti sono calcolati per obiettivi a secco. Per quelli ad immersione *di eguale apertura* i limiti sarebbero in ogni caso a circa tre quarti delle grandezze qui date. In quanto al vedere tali minimi intervalli per lo più un forte ingrandimento è necessario; ma quando l'intervallo è minore, un maggiore ingrandimento amplificherebbe insieme i difetti e l'oggetto.

Un esame della tabella mostrerà chiaramente il valore di una grande apertura nel definire linee a molto brevi intervalli sopra oggetti spianati, come le Diatomacee, quantunque in pratica tale vantaggio possa interamente essere controbilanciato da altri svantaggi nel caso di differente classe di oggetti. La maggiore possibile apertura definirebbe linee alla metà della distanza di quelle che potrebbero essere definite con un'apertura di solo 60°. Dalla legge dei seni ne segue che vi sarebbe un rapido aumento nella forza di definizione dal crescere l'apertura quando sia piccola; ma quando l'apertura sia grande, un simile aumento non darebbe un vantaggio corrispondente. Il signor Jabez Hogg mi fa conoscere che dalla comparazione di differenti obiettivi esso è stato condotto a conchiudere che la forza di definizione varia secondo la corda dell'apertura, ciò che naturalmente è in assoluto accordo con la teoria di Helmoltz. È lo stesso, solamente espri-

mesi con diverse parole. Ordinariamente la forza di definizione dei diversi obiettivi dipende da parecchie altre circostanze; ma da che noi troviamo che più fatti possono spiegarsi per l'azione delle frange di interferenza, dipendenti dal carattere essenziale dell'istessa luce, per quanto sia perfetta la manifattura dello strumento o la capacità dell'occhio, sembrami che questo meriti molta maggiore considerazione di quella che gli sia stata data. La loro influenza è stata interamente trascurata da quelli che hanno trattato tale questione. In ogni modo, dappoichè queste sono interamente indipendenti dalla costruzione meccanica dell' istrumento, mi sembra che noi non possiamo far meglio che adottare questi principii nel formare qualche conclusione in riguardo ai minimi oggetti che possono distintamente vedersi con *un microscopio teoricamente perfetto*. Riguardando da questo punto di vista soltanto, *con un obiettivo a secco* un oggetto non può misurare meno di $\frac{1}{80000}$ di pollice. Anche quando sia $\frac{1}{74000}$ le frangie dovute al raggio estremo rosso comincierebbero a produrre parziale oscurità, e a $\frac{1}{92000}$ la parte più lucida dello spettro farebbe l'oscurità più o meno completa. Se fosse possibile far uso soltanto del raggio violetto estremo, delle linee di $\frac{1}{110000}$ potrebbero ancora essere vedute, mentre la sua onda più breve non produrrebbe oscurità, finchè la mi-

sura si fosse ridotta a $\frac{1}{120000}$ di pollice. La grandezza del minimo punto lucido che possa essere veduto dipende da considerazioni al tutto diverse, e può essere considerevolmente minore, per quanto concerne la costituzione fisica della luce.

Nasce ora la questione: queste conclusioni generali sono esse confermate dall'attuale osservazione? Per quanto io posso giudicare da quelle prove che io ho potuto raccogliere, queste sono molto validamente confermate, se non realmente stabilite. Così secondo Helmoltz Dippel (1) trovò che il limite della vera risoluzione delle linee di Nobert era circa $\frac{1}{90000}$ di pollice, ciò che è precisamente dentro il limite per il raggio di mezzo con molto grande apertura (2). Secondo la teoria questo limite può essere considerevolmente sorpassato dall'uso del raggio violetto, e dapoi che i raggi all'estremità violetta dello spettro sono quelli che sono attivi nella fotografia, può essere possibile ottenere un buon fotogramma di linee non distintamente visibili quando siano illuminate a luce bianca (3). Ciò secondo Helmoltz spiega come Stinde

---

(1) Das Mikroscop und seine Anwendung, 1867.

(2) Il giudizio di Dippel non è in pieno accordo con il fatto, come si vedrà in appresso. (*Nota del Trad.*)

(3) Godo vedere confermato dall'autorevolissimo giudizio del professore Helmoltz quanto io dicevo in una memoria: — *Sulla illuminazione monocromatica del Microscopio e la Fotomicrografia e loro*

abbia potuto fotografare linee sopra la *Surirella Gemma*, le quali distano fra loro di un $\frac{1}{100000}$ di pollice (1); e perciò considerevolmente dentro il limite possibile (2). Non sembra che Helmoltz abbia veduto

---

utilità. — Atti dell'Accademia pontificia dei Nuovi Lincei. Anno XXIV, Sezione III del 7 maggio 1871, nella quale io mi espressi sentirmi « persuaso che *per lo meno* quella (la Fotomicrografia) avrebbe dovuto « ritrarre quanto può essere percepito dall'occhio applicato alla estre« mità del Microscopio nella osservazione diretta ». (*Nota del Trad.*)

(1) L'estimazione qui riferita delle distanze che separano le linee della *Surirella Gemma* (le quali certamente sono le longitudinali come notevolmente più fine delle trasversali), è grandemente esagerata. L'Americano micrografo signor Edoardo Morley, il quale ci ha dato (Monthly Microscopical Journal, maggio 1876, p. 223) le misure di quella finissima Diatomea e il numero delle sue linee in dieci diverse preparazioni, dette Probe-platte di Möller, ha trovato che differiscono da 2560 a 2760 al millimetro, la quale ultima misura coincide con altra da me presa in simile preparazione con il sicuro sistema della proiezione enormemente ingrandita di un fotogramma che ne ottenni. (*Nota del Trad.*)

(2) L'illustre micrografo Americano D[r] Woodward riescì ad avere la perfetta risoluzione del 19° gruppo delle linee-test di Nobert in una immagine fotografica. Le linee formanti quel gruppo e tracciate sul vetro sono fra loro distanti $\frac{1}{4430}$ di millim. che corrisponde a $\frac{1}{112520}$ di pollice inglese (*inch*). Quelle minime lineette furono ritratte due volte per mezzo di due eccellenti obiettivi ad immersione, l'uno costruito da Tolles, l'altro da Powell e Lealand. Nel volere anche io cimentarmi alla difficilissima prova della risoluzione di quelle maravigliose strie nella primavera del 1872, dopo molti tentativi pervenni finalmente a vedere distinte nella osservazione diretta quelle lineette con illuminazione artificiale a luce bianca, e tale risultato ottenni con tre diversi obiettivi ad immersione, un N 10 di Hartnak, un N 10 di Nachet, e un N VII di Gundlach, rendendone testimoni alcuni miei amici e fra gli altri il D[r] Matteo Lanzi. Ma, non contento di questo, e a meglio accertare che le strie vedute non erano le spurie ma bensì le vere, volli ancora ritrarle in un fotogramma che ne ottenni finissimo (quantunque velato), adoperando un obiettivo fotomicrografico

sopra le linee di Nobert gli scritti di Stodder (1) e del Dre Woodward (2), i quali contengono diversi fatti di grande interesse in relazione a tale subietto (3).

Nel leggere quello scritto è facile l'intendere che la vera risoluzione di uno dei fasci di Nobert, che secondo il D.r Woodward contiene linee di circa $\frac{1}{112000}$ di pollice inglese, è cosa di tanta estrema difficoltà, anche con i migliori obiettivi, che, se l'esatta natura dell'oggetto e il numero delle linee non fosse conosciuto, sarebbe quasi impossibile il decidere quante linee corrispondono ad un pollice. Le linee di interferenza sono spesse volte tanto distinte quanto le vere linee sul vetro, ed il D.r Woodward crede che queste linee spurie e non le vere, siano state vedute e numerate da Stodder, mentre il numero non ne era esatto.

---

appositamente costruito per me da Gundlach del foco di $\frac{1}{15}$ di pollice tedesco (zoll), il quale fu adoperato asciutto. Questa immagine fotografica con l'ingrandimento di 800 diametri presenta delicatissime lineette, le quali, se sono in numero notevolmente inferiore di quello che riscontrasi nei due fotogrammi di Woodward, lo si deve alla diversità della preparazione originale, mentre la misura degli intervalli determinata con il Microscopio e divisa per la cifra dell'ingrandimento, ne rende certi che quelle sono bene le linee genuine e non le spurie. Così ho il piacere di poter dire che le prove da me fatte con obiettivo *asciutto*, costituisce quanto di più difficile sino ad ora si è ottenuto dal Microscopio. (*Nota del Trad.*)

(1) Quarterly Iournal of Microscopical Science, 1868, vol. VIII, p. 133.

(2) Ivi, p. 225; Monthly Microscopical Iournal, 1871, vol. VI, p. 26; e 1872, vol. VIII, p. 227.

(3) Monthly Microscopical Iournal, 1875, vol. XIV, p. 274.

Le linee scure dovute alla interferenza presentansi oltre il limite delle vere, ed esattamente agli stessi intervalli che le vere, come sarebbe il caso secondo la teoria di Helmoltz. Ora egli è totalmente chiaro che la nettezza della definizione dipende dal come tali linee spurie occorrono in relazione alle vere. Se quelle sovrapongono esattamente, la definizione sarà buona e le linee distinte, ma se quelle si incontrano alla metà degli intervalli, la parte scura di una serie coincidendo con la parte lucida dell'altra, ambedue saranno più o meno obliterate. Parmi molto probabile che questi fatti in grande misura spiegheranno i fenomeni veduti quando la luce è gettata sopra delle linee sotto diversi angoli; mentre in una posizione le linee non possono essere definite, aumentando l'obliquità rendonsi visibili le linee false, e a illuminazione ancora più obliqua possono distinguersi le vere. Una alterazione nell'angolo di apertura del condensatore altererebbe ancora la distanza delle linee di difrazione; e perciò, prendendo tutti questi fatti in considerazione, noi possiamo facilmente spiegare perchè, come Helmoltz dice, è possibile con tali favorevoli condizioni, con linee a eguali intervalli, il distinguere queste quando siano più ravvicinate insieme di quello che sia il limite normale della distanza alla quale possono essere vedute senza alcuna speciale difficoltà, anche quando non siano ad eguali

intervalli, cioè a dire, quando gli intervalli siano più grandi che quelli delle linee dovute alla difrazione. Anche allora, però, queste occorrono fra le linee vere in numeri e posizioni diverse, come può vedersi nei fotogrammi dei reticoli di difrazione.

Di più, anche il sunominato fascio delle strie di Nobert è interamente dentro il limite di quanto può essere risoluto dall'uso del raggio violetto, e così non v'è difficoltà di intendere che sia stato fotografato come lo fu dal D.r Woodward.

Simili principii naturalmente si applicano nel caso delle molto fine e uniformi marche su i frustuli delle Diatomacee. La memoria del D.r Woodward con gli ammirabili fotogrammi della *Frustulia Saxonica*, portata avanti la nostra Società nell'adunanza del passato novembre (1) conferma pienamente tutte le conclusioni di Helmoltz, e mostra la difficoltà di distinguere la vera struttura delle frange di interferenza quando gli intervalli fra le vere marche siano dell'istesso ordine di grandezza come metà della lunghezza dell'onda luminosa. Ciò dipende dalla costituzione fisica della stessa luce, e soltanto si vedrebbe più perfettamente con obiettivi più perfetti.

Vi è ancora un'altro fatto ricordato dal D.r Wood-

---

(1) Quarterly Iournal of Microscopical Science, vol. VIII, p. 229.

ward che merita attenzione (1). Esso dice, che per risolvere linee molto strette o strie lineari è di deciso vantaggio l'avere obiettivi alquanto sottocorretti per colore. Come esso suggerisce, questo può in parte esser dovuto alla possibilità di fare tali obiettivi più corretti per l'aberrazione sferica, ma in pari tempo parmi interamente possibile che questo possa ancora in certo grado esser dovuto al fatto che, con tale correzione è possibile l'aver le linee a foco del raggio violetto in modo da avere il vantaggio della brevità della sua onda, mentre le frange di interferenza, dovute alle onde più lunghe, sono sufficientemente modificate dall'essere fuori di foco per impedire la visione meno di quello che altrimenti farebbero.

Prendendo pertanto tutti questi fatti in considerazione, sembra a me estremamente probabile che, per obiettivi non fatti sul principio della immersione il limite della definizione perfettamente soddisfacente di linee non esattamente disposte ad eguale distanza debba essere circa $\frac{1}{80000}$ di pollice. Con un obiettivo a secco avente un'apertura di 140°, o uno ad immersione di 100°, ambidue illuminati da un condensatore di eguale angolo, solamente il raggio rosso estremo produrrebbe in tal caso una molto leggiera incertezza. Sotto

(1) Philosophical Magazine, 1868, vol. XXXVI, p. 132.

molto favorevoli circostanze dal variare l'angolo di divergenza della luce che passa per il condensatore, o dal dirigerla più da un lato che dall'altro, sarebbe possibile il fare che le frange oscure di interferenza coincidessero con le linee strutturali oscure per tal modo che un considerevolmente più piccolo intervallo possa essere distinto. Ciò, però, sarebbe estremamente difficile se non impossibile, se le linee fossero ad intervalli ineguali, mentre qualunque aggiustamento della illuminazione che dia le frangie di interferenza a convenienti intervalli e posizione per una parte dell'oggetto le darebbe a tali intervalli e situazione da oscurare le linee strutturali di un'altra parte, e per nessuna singolare disposizione potrebbe l'insieme essere veduto correttamente, ma in ogni caso vedrebbesi confuse insieme linee vere e spurie. Il solo caso per arrivare alla vera cognizione della reale struttura sarebbe attendibile dalla accurata induzione di fatti osservati nel variare la illuminazione; e anche quando una soddisfacente conclusione possa per tal modo trarsi, lo sarebbe soltanto dall'agire sul principio che il limite della visione semplice e distinta è stato passato, mentre la luce è stata adoperata come un agente male adatto alle esigenze del caso.

Quando noi veniamo all'esame di una semplice particella staccata, le condizioni sono materialmente can-

giate, ma se la parte lucida delle frange d'interferenza cade sopra il contorno scuro di una particella trasparente o la parte lucida delle frange sul centro una particella opaca, questa non può vedersi distintamente quantunque ne possa essere riconosciuta la presenza.

Il limite di $\frac{1}{80000}$ di pollice dedotto sui principii di Helmoltz dai caratteri fisici della luce combina mirabilmente con l'estimazione formata indipendentemente da varie grandi autorità sul microscopio. L'estimazione media così formata da Quekett, Ross, De la Rue e Carpenter, come sono citati da Stodder, è infatti esattamente la stessa $\left(\frac{1}{80000}\right.$ di pollice$\left.\right)$, in modo che io non credo che noi siamo lontani dal vero, se noi prendiamo questa come base, su la quale formeremo le nostre conclusioni ulteriori. Con un obiettivo ad immersione di molto grande apertura può essere possibile il definire un intervallo di alquanto meno di $\frac{1}{100000}$ di pollice, ma probabilmente la suaccennata determinazione fu fatta con obiettivi a secco. In ogni caso, da che il limite della visibilità come è determinata dall'uso dei migliori microscopi moderni combina tanto esattamente con quanto sembra essere il limite dovuto alla costituzione fisica della luce, io credo che noi possiamo concludere che i nostri stromenti ci danno il vedere intervalli tanto

piccoli in relazione all'onda luminosa, che noi possiamo difficilmente sperare perfezionamenti *in quanto riguarda la mera visibilità dei minimi oggetti*, per quanto possa rimanere da fare a promovere la loro meglioirazione sotto altri rapporti.

---

2. Dimensione dell'ultimo atomo della materia.

Essendo pertanto venuto alla conclusione che il limite della definizione distinta e certa è d'altronde circa da $\frac{1}{80000}$ a $\frac{1}{100000}$ di pollice, mi pare molto desiderabile il considerare quale relazione hanno quelle misure con la dimensione dell'ultimo atomo della materia organica e inorganica. Per la stessa condizione delle cose, il microscopio manca interamente nel fornire luce su tale questione, e il solo mezzo che ci rimane è il trarre la migliore conclusione che noi possiamo dalle diverse proprietà dei gas. Tale problema veniva studiato da Stoney (1), da Thom-

(1) Philosophical Magazine, 1868, vol. XXXVI, pag. 132.

son (1) e da Clerk-Maxwell (2), i quali, da varii dati, e da diverso metodo di ragionamento, hanno tentato determinare il numero delli ultimi atomi in un dato volume di qualunque permanente e perfetto gaz. Ad evitare sconvenientemente lunghe file di cifre, io ho ridotto tutti i loro risultati al numero degli ultimi atomi contenuti in uno spazio di $\frac{1}{1000}$ di pollice cubo, vale a dire, in $\frac{1}{1000000000}$ di un pollice cubico a 0°C., e alla pressione di una atmosfera. Questi numeri sono i seguenti:

Stoney	1,901,000,000,000
Thomson	98,320,000,000,000
Clerk-Maxwell . .	311,000,000,000
La media . . .	50,260,000,000,000

Come si vede, v'è grande discrepanza fra i numeri dati da Thomson e da Clerk-Maxwell. Questo in parte è dovuto al fatto che Thomson dà il più grande numero probabile, mentre Clerk-Maxwell ha tentato esprimere il vero numero indicato dai fenomeni di interdifusione dei gaz. Le determinazioni fino a un gran punto dipendono dalle misure di lunghezza, ed ogni differenza è per lo più grandemente accresciuta quando è calcolato il numero degli atomi

(1) Nature, March. 31, 1870, vol. I, p. 551.
(2) Ivi, August II. 1873, vol. VIII, p. 298.

in un volume dato, dappoichè varia secondo il cubo delle dimensioni lineari. Estraendo la radice cubica di ciascuno dei sopraddetti numeri, otteniamo il numero degli atomi, che si conterrebbero in fila nello spazio di $\frac{1}{1000}$ in lunghezza. Questi numeri sono i guenti :

Stoney	12,320
Thomson	46,160
Clerk-Maxwell	6,770
La media	21,770

Il cubo di questa media è circa 10,317,000,000,000, e prendendo in considerazione le diverse circostanze sunnominate, mi sembra una molto più probabile approssimazione alla verità che la media dei numeri in $\frac{1}{1000}$ cubico del pollice, come è dato da quegli Autori. Dalla grande differenza appariva, che anche questo risultato medio non può essere riguardato sotto altro aspetto che di una grossolana approssimazione; ma inoltre, quando noi richiamiamo alla mente che il risultato di Thomson è dato come limite, si può ammettere che i numeri appartengono abbastanza a un ordine generale di grandezze da giustificarci nel riguardar la media come una sufficientemente buona base per trarne qualche provvisoria conclusione.

Ora, se il gaz contenente il suddetto numero d'atomi consiste di due volumi d'idrogeno ed un volume d'ossi-

geno, quando questi combinansi a formare vapore acqueo vi sarebbe una condensazione di volume da tre a due, e nel condensarsi in liquido si avrebbe una ulteriore condensazione a $\frac{1}{1234}$ del volume del vapore. Ciascuna molecola di acqua pertanto consisterebbe di tre atomi di gaz, e quindi in ordine a determinare il numero delle molecole d'acqua liquida in $\frac{1}{1000}$ di pollice cubo, è necessario moltiplicare il numero in un gaz per $\frac{3}{2}\times1234\times\frac{1}{3}=617$. Questo dà per il numero delle molecole di acqua in $\frac{1}{1000}$ di pollice cubo circa 3,700,000,000,000,000. In questo e in tutti gli altri casi io dò numeri rotondi, mentre qualunque maggiore approssimazione sarebbe impossibile.

Quantunque gli organismi viventi contengano molta acqua, pure sostanze molto più complesse entrano nella loro composizione. Come esempio di una di queste, noi possiamo prendere l'albumina. Secondo Lieberkühn, la sua composizione è espressa dalla formola $C_{72}H_{112}N_{18}SO_{22}$. Essa perciò contiene settantuna volta tanti ultimi atomi quanto l'acqua, e il suo peso atomico è circa ottantadue volte quello dell'acqua. Nello stato di corno trovo che la sua gravità specifica è circa 1,31. Calcolando da questi dati, io concludo che quando i diversi costituenti si combinano, questi si contraggono a $\frac{9}{10}$ del volume totale, e non come l'acqua a $\frac{2}{3}$; e che il volume di una singola molecola

di albumina è circa 55,6 quello di una molecola di acqua liquida. Se la loro forma sia simile, il loro diametro deve perciò essere 3,82 volte quello di una molecola di acqua. Questo ci porterebbe a concludere che in un cubo di $\frac{1}{1000}$ di pollice di corno vi sono circa 65,000,000,000,000 molecole di albumina.

Secondo questi principii pertanto vi sarebbe nella lunghezza di $\frac{1}{80000}$ di pollice circa 2000 molecole di acqua, o 500 di albumina, e per ciò, in quanto al vedere la costituzione ultima dei corpi organici sarebbe necessario adoperare ingrandimenti da 500 a 2000 volte maggiori di quelli che ora possediamo. Questi, però, per le ragioni già addotte, non sarebbero di alcun uso, a meno che le onde luminose fossero di circa $\frac{1}{3000}$ la lunghezza che hanno, ed i nostri occhi e strumenti corrispondentemente perfetti. Così si vedrà che, anche con i nostri più forti e migliori ingrandimenti, noi siamo press'a poco tanto lontani dal vedere la costituzione ultima della materia organica, come lo è il semplice occhio dal vedere i minimi oggetti che quelli ci rivelano. Nè sembra esservi molta speranza che noi mai vediamo gli ultimi costituenti, dacchè la luce stessa è manifestamente di natura troppo grossolana, ancorchè fosse possibile un ulteriore sviluppo delle nostre risorse ottiche. Come stanno le cose, noi siamo tanto lontani press'a poco

dalla conoscenza dell'ultima struttura dei corpi organici, come noi lo saremmo per il contenuto di una gazzetta veduta ad occhio nudo a un terzo di miglio, sotto le quali circostanze le lettere di diverse grandezze corrisponderebbero alle ultime più piccole e più grandi molecole. Tale essendo il caso, noi possiamo sentirci persuasi che particelle di materia organica, come le spore di parecchi organismi viventi appena visibili con i più forti ingrandimenti, e, se veduti, interamente non distinguibili da altri, pure possono differire in un quasi infinito numero di caratteri strutturali, precisamente come un qualunque numero delle diverse gazzette in varie lingue, o contenendo diverse materie sembrerebbero eguali alla distanza d'un terzo di miglio.

---

3. Conclusioni generali da dedursi dai suddetti fatti.

Quando noi veniamo all'applicazione di questi principii allo studio della materia vivente, siamo immediatamente portati a sentire quanto poco noi cono-

sciamo in riguardo ad alcune delle più interessanti questioni che possono occupare la nostra attenzione, — questioni le quali per certo mai mi si presentarono finchè non le riguardai a questo punto di vista, e che forse non si presentarono prima ad alcun altro. Come esempio del subietto preso ad esame, io non credo poter scegliere meglio che i fatti riguardanti la misura ed i caratteri dei minuti germi, e la teoria di Darwin delle ultime gemmule organizzate, come sono descritte nella parte 2ª, capitolo XXVII della sua opera sulla variazione degli animali e delle piante per parte della domesticità. Per quanto io ne ho potuto apprendere, esso non ha in veruna parte dato alcuna opinione in riguardo alla *misura* probabile di tali gemmule, nè ha discusso la probabilità di alcune delle sue speculazioni, quando esaminate siano a un punto di vista *numerico*, e in connessione con la misura probabile dell'*ultima molecola* della materia organizzata. Io perciò propongo farlo: mentre, quantunque non sia realmente una questione microscopica, questo è molto intimamente connesso con i nostri studi, e come microscopisti, io credo, noi abbiamo buon titolo a investigare oggetti che sono precisamente oltre la portata dei nostri ingrandimenti.

Per amore di semplicità, io prenderò in considerazione soltanto i costituenti albuminosi degli animali,

adoperando la parola albumina in una specie di senso generico, a includere diversi composti, che differiscono in più particolarità, mentre ne hanno altre in comune. Con lievi modificazioni gli stessi principii si applicherebbero nel caso di altre sostanze. Qualunque sia la speciale varietà di questi costituenti, essi sono così associati con l'acqua nei tessuti viventi che nei più, se non in tutti i casi, questi cesserebbero di vivere se interamente disseccati. Di questo abbiamo un esempio nel caso dei peli e dei corni, che devono contenere molta acqua nell'estermità che cresce, mentre sarebbero morti se fossero rigidi e secchi. Nei tessuti viventi molta parte dell'acqua è senza dubbio presente semplicemente come un liquido meccanicamente mescolato con le particelle viventi, ma mi pare che noi dobbiamo riguardarne alcuna parte, come essendo in uno stato di *combinazione molecolare*. Tanto poca attenzione è stata diretta a questo genere di debole affinità, che la sua vera esistenza è quasi intieramente ignorata in parecchie grandi e importanti opere chimiche, e pure probabilmente diversi dei fenomeni della vita sono manifestati solamente da tali composti. Moltissima luce è portata su tale questione dallo studio degli spettri e di altri caratteri ottici delle sostanze colorate. Questi chiaramente provano che quando una sostanza è di-

sciolta in qualunque liquido le proprietà ottiche della soluzione dipendono in parte dalla natura del solvente, e non sono per alcun modo le medesime come sarebbero se minute particelle della sostanza solida fossero diffuse nel liquido. Questi fatti non possono, a mio avviso, essere spiegati, a meno che noi concludiamo che il solvente è fino a un certo punto in stato di combinazione molecolare con la sostanza disciolta. Questa affinità molecolare è ancora in qualche caso manifestata dal rigonfiare della sostanza solida quando sia posta in certi liquidi, anche quando soluzione perfetta si ha soltanto in grado limitatissimo. Tale condizione sembra essere molto caratteristica nei tessuti viventi degli animali, e ciò rende abbastanza probabile che le particelle ultime viventi siano composti molecolari con acqua, e non molecole di sostanza albuminosa libera e asciutta.

Disgraziatamente, nulla di definito si conosce intorno a questa questione, e tutto quanto ora può farsi per modo di illustrazione è il fare una specie di supposizione probabile. Prendendo tutto in considerazione, mi sembra che, come un esempio ragionevole, possiamo supporre che il tessuto albuminoso vivente contenga metà del suo volume d'acqua mescolato meccanicamente, e un quarto del suo volume di albumina libera unita molecolarmente con

eguale volume d'acqua. In tale supposizione il numero delle molecole in $\frac{1}{1000}$ di pollice cubo sarebbe circa

Albumina . . .	17,000,000,000,000
Acqua in combinazione molecolare	923,000,000,000,000
	940,000,000,000,000

Però, dacchè la forma dei minimi organismi viventi si avvicina di più alla sfera che al cubo, sarà meglio fatto il dare il numero delle molecole contenute in una sfera di $\frac{1}{1000}$ di pollice di diametro. Questi in numeri rotondi sarebbero circa i seguenti:

Albumina . . .	10,000,000,000,000
Acqua in combinazione molecolare	490,000,000,000,000
	500,000,000,000,000

Nello stato presente delle nostre cognizioni è forse impossibile il dire se i caratteri essenziali delle particelle viventi siano o no dovuti alla disposizione strutturale delle molecole di quest'acqua combinata non meno che di quella della albumina, e se nel considerare le variazioni possibili nella struttura si abbia o no da tener conto del numero totale delle molecole. La relativamente piccolissima quantità di materia secca in alcuni animali viventi, però, rende

molto probabile che acqua combinata molecolarmente tenga una parte nella loro struttura ; e nell'insieme possiamo, io credo, basare i nostri calcoli provvisorii sul numero totale delle molecole dato di sopra.

TEORIA DEI GERMI INVISIBILI.

La relazione fra la misura dei minimi oggetti che possono vedersi e quella delle molecole ultime della materia vivente è manifestamente una questione di grande interesse in rapporto alla teoria dei germi. Se le molecole ultime fossero molto più grandi di quello che sembra essere, vi sarebbe seria obbiezione alla teoria : ma per quanto noi possiamo giudicare, esse sono abbastanza piccole a rendere possibile che esista una quasi interminabile varietà di germi, ciascuno fornito di distinti caratteri strutturali, e pure ciascuno tanto piccolo che non v'è alcuna probabilità che noi possiamo vederli anche come punti indefiniti. Così, secondo i principii sopra descritti, una sfera di materia organizzata di un diametro di un decimo di quello della minima particella che possa essere definita con i nostri più forti ingrandimenti, può contenere un milione di molecole di albumina e di acqua molecolarmente combinata. Variazioni in numero, in caratteri chimici, e nella disposizione ammetterebbero una

quasi infinita varietà di caratteri strutturali. La velocità finale con la quale tali minute particelle si precipiterebbero in aria sarebbe tanto lento che queste potrebbero penetrare in quasi ogni luogo dove l'atmosfera abbia accesso.

TEORIA DELLA PANGENESI DI DARWIN.

La teoria della pangenesi di Darwin è un tentativo a dare qualche cosa di simile a una spiegazione ragionevole dei fenomeni di eredità, ed è non necessariamente connessa con la questione della evoluzione di nuove specie. Una prima esposizione della teoria si troverà nella sua opera della variazione degli animali. A pagina 374 del volume 2°, esso dice, che « suppone che le cellule prima della loro conversione in materiale completamente passivo o formato, emettano minuti granuli o atomi, che circolano liberamente a traverso il sistema, e quando siano forniti di nutrimento conveniente si moltiplicano per autodivisione, divenendo in appresso sviluppati in cellule simili a quelle dalle quali derivano. Questi granuli per più facile intelligenza possono chiamarsi gemme-cellule, o, come la teoria delle cellule non è pienamente stabilita, semplicemente gemmule. Queste suppongonsi siano trasmesse dai genitori alla loro produzione, e sono gene-

ralmente sviluppate nella generazione che immediatamente succede, ma sono spesso trasmesse in stato dormente durante diverse generazioni, e sono quindi sviluppate. Si suppone che il loro sviluppo dipenda dalla loro unione con altre cellule parzialmente sviluppate o gemmule, le quali precedono quelle nel corso regolare di sviluppo. Le gemmule sono supposte essere emesse da ogni cellula o unità non solamente durante lo stato adulto, ma durante tutti gli stadii dello sviluppo. Egli suppone che le gemmule nel loro stato dormente hanno una mutua affinità per ciascun'altra, conducendo la loro aggregazione a un bottone o getto o ad un elemento sessuale. Queste supposizioni costituiscono l'ipotesi provvisoria, che esso chiama Pangenesi ».

In quanto a farsi qualche opinione se le ultime molecole della materia organica siano di tale misura da rendere questa teoria possibile o probabile è necessario farsi una qualche idea del numero di tali molecole che possono essere unite a costituire una gemmula. Quello deve essere molto considerevole, o altrimenti sembra difficile l'intendere come esso possa variare abbastanza da spiegare l'eredità di parecchi caratteri. Forse, in grazia dell'argomento, noi possiamo supporre che in media ciascuna gemmula contenga presso a poco un milione. Variando numero, costituzione

chimica e disposizione, in tale caso potrebbe ammettersi una quasi infinita varietà; ma realmente noi ignoriamo tanto profondamente i diversi necessari dettagli, che questo numero può essere riguardato come una rozza illustrazione di un metodo generale di studio. In tale supposizione un miliaio di tali gemmule ammassate insieme formerebbero una sfera appunto distintamente visibile con i nostri più forti e massimi ingrandimenti. Se le gemmule fossero di molto maggiore o di molto minore grandezza, mi sembra molto probabile che la teoria di Darwin si distruggerebbe per due opposte cause, o richiederebbe molta considerevole modificazione, perchè, se molto più grandi, il loro numero sarebbe troppo piccolo per trasmettere caratteri sufficientemente svariati, e, se molto più piccole, queste difficilmente potrebbero contenere abbastanza di atomi ultimi di materia, od avere un sufficientemente variato carattere individuale da trasmettere, mentre, del supposto milione di molecole ultime solo ventimila sarebbero di vera natura protoplasmatica, essendo il rimanente acqua in combinazione molecolare.

Adottando dunque tale misura come base del calcolo, è facile il formare qualche opinione su il numero delle gemmule che possono essere presenti negli spermatozoi o negli ovi, supponendo che quelle siano il

loro solo o il principale costituente. Così, per esempio, se noi prendiamo $\frac{1}{60000}$ di pollice come la media del diametro di un semplice spermatozoo di mammifero, esso può contenere due milioni e mezzo di tali gemmule. Se queste sieno perdute, distrutte, o pienamente sviluppate al saggio di uno per ciascun secondo, quel numero sarebbe esaurito in un mese circa ; ma, poichè un numero di spermatozoi sembra essere necessario a produrre perfetta fecondazione , è molto facile l'intendere che il numero delle gemmule introdotto in un ovo può essere tanto grande, che l'influenza del padre possa essere molto marcata, anche dopo essere stato apparentemente dormente per più anni, in quanto riguarda particolari caratteri.

Perciò, di nuovo, adottando $\frac{1}{1000}$ di pollice come diametro medio della vescichetta germinativa dell'ovo di un mammifero, essa può contenere oltre cinquecento milioni di gemmule. Se queste siano perdute o pienamente sviluppate al saggio di una al secondo, questo numero sarebbe esaurito fin oltre a un periodo di settant'anni. Così non si avrebbe alcuna difficoltà a intendere come il carattere della madre può rimanere durante la vita, quando anche sia apparentemente dormiente per più anni. Questo è ancora più il caso se noi prendiamo in considerazione l'intero ovo, mentre, calcolando sul supposto che esso sia una sfera

di $\frac{1}{150}$ di pollice in diametro, potrebbe contenere tante gemmule, che se una fosse perduta o sviluppata in ciascun secondo, quelle non potrebbero essere esaurite fin dopo 5600 anni.

Questi calcoli sono fatti sulla supposizione che l'intera massa sia costituita da gemmule. Di questo c'è poca probabilità ; ma pure, anche se una considerevole porzione dell'ovo consiste di materiale completamente formato e di mera materia nutritiva, esso può tuttavia contenere un sufficiente numero di gemmule a spiegare tutti i fatti contemplati dalla teoria della pangenesi. La presenza di qualsiasi considerevole quantità di tale materiale passivo negli spermatozoi sarebbe certamente una seria difficoltà nell'andamento della teoria, a meno che veramente un considerevole numero sia invariabilmente adoperato a produrre la fertilizzazione.

Quando, però, noi veniamo ad applicare simile ragionamento all'ereditare per parte di una seconda generazione e seguenti di caratteri che siano rimasti apparentemente dormienti in una o più generazioni precedenti, mi sembra che la teoria della gemmula non reggerebbe, a meno che le gemmule abbiano il potere di riprodurre altre più o meno rassomiglianti alle medesime, e di riunirsi insieme più specialmente in

elementi sessuali. Ciò, io credo, apparirà dalle seguenti considerazioni.

Un animale pesante 8 *stone* (cioè pesante K. 74,792) conterrebbe circa 3000 pollici cubi, e così il suo totale volume sarebbe presso 6 milioni di milioni quello della vescichetta germinale di un ovo. Conseguentemente se il numero delle gemmule in una vescichetta, come fu già dato, fosse presente nello sviluppo dell'animale, ed egualmente distribuito nell'intero corpo, vi sarebbe quanto basta solamente a dare una gemmula per ogni mille ova, o solo una per un molto maggior numero di spermatozoi.

Io ho trattato la questione presente soltanto sotto il suo aspetto fisico, e non ho fatto illazione alcuna a qualsiasi altra classe di fatti. Le conclusioni alle quali per tal modo sono stato portato combinano rimarchevolmente bene con quelli di Darwin, quantunque tratti da dati interamente diversi. Come si sarà veduto, la dimensione probabile della molecola ultima della materia vivente è abbastanza minuta a rendere possibile la teoria della gemmula quando sia esaminata a un punto di vista puramente fisico. Se si fosse avuto buon argomento a provare che gli ultimi atomi della materia fossero molto più grandi di quello che viene indicato dalle proprietà dei gaz, la teoria della gemmula potrebbe difficilmente sostenersi, mentre il nu-

mero possibile delle gemmule che possono essere state presenti nella vescichetta germinale o negli spermatozoi non sarebbe adeguato a spiegare i diversi fatti della eredità.

CONCLUSIONE

Come io ho indicato nel corso di queste mie considerazioni, v'è ancora pur troppo moltissimo dubbio riguardo diverse più importanti questioni connesse con questo subietto, e così le mie conclusioni possono essere riguardate soltanto quale primo tentativo ad applicare un genere fisico di argomenti a varie speculazioni biologiche. Ancorchè le nostre cognizioni siano inadeguate a rendere soddisfacente un tale tentativo, io confido che quanto ho detto sarà sufficiente a mostrare il bisogno di uno studio più completo delle diverse questioni, alle quali io ho diretto l'attenzione. Io stesso spero studiarli molto più pienamente appena

che le circostanze me lo permetteranno. Tale esame, in ogni caso, serve a mostrare come molto poco finora si conosce in riguardo ad alcuni dei fatti più interessanti connessi con i fenomeni della vita, e forse non v'è più fruttuosa sorgente di cognizioni, che il vedere e il sentire quanto poco è accuratamente conosciuto, e quanto rimane ad apprendere.

Volume VII.

Compendio di Clinica interna

PER GLI STUDENTI E MEDICI PRATICI

del Dottore

TEODORO SCHMIDT

Prezzo L. 5.

Volume VIII.

GUIDA PRATICA

PER ESERCIZI DI

Operazioni Chirurgiche

SUL CADAVERE

del Dott. E. GURLT

Prezzo L. 4.

Volume IX.

La Trasfusione del Sangue

del Dott. ENRICO MORSELLI

Con 25 incisioni — Prezzo L. 8.

Volume X.

SOMMARIO

delle Lezioni di Anatomia Patologica

fatte durante l'anno 1874-75

nella R. Università di Roma dal Professore

CORRADO TOMMASI CRUDELI

Volume I — **Anatomia Patologica Generale.**

Con 49 incisioni — Prezzo Lire 5.

Torino — Vincenzo Bona Tip. di S. M. e RR. Principi.

